



**AGROHITA JURNAL AGROTEKNOLOGI FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH TAPANULI SELATAN**

Available online <http://jurnal.um-tapsel.ac.id/index.php/agrohita>
P-ISSN 2541-5956 | E- ISSN 2615-336X | Vol. 5 No. 2 Tahun 2020



APLIKASI KOMPOS (JERAMI+TITHONIA) DAN BIOCHAR DENGAN MENGGUNAKAN KOMBINASI YANG BERBEDA DALAM UPAYA PENINGKATAN SIFAT KIMIA TANAH PADA LAHAN SAWAH DENGAN METODE SRI (*SYSTEM OF RICE INTENSIFICATION*) DI KOTA PADANG

Erick Yuhardi* , Gusnidar, Syafrimen Yasin

Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas

*E-mail: yuhardy Erick@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian Aplikasi Kompos (Jerami + Tithonia) Dan Biochar Dengan Menggunakan Kombinasi Yang Berbeda Dalam Upaya Peningkatan Sifat Kimia Tanah Pada Lahan Sawah Dengan Metode SRI (System Of Rice Intensification) dilaksanakan pada bulan November 2019 - Februari 2020 di Kecamatan Kuranji, Kota Padang, Sumatera Barat dan di lanjutkan di Laboratorium Jurusan Ilmu Tanah, Universitas Andalas. Tujuannya adalah mengkaji pengaruh aplikasi kompos (jerami + tithonia) dan biochar terhadap sifat kimia tanah pada lahan sawah dengan metode SRI. Penelitian ini menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) yang terdiri dari 6 perlakuan dan 3 ulangan. A= kontrol, B= 100%K (kompos), C= 75%K + 25%B (biochar), D= 50%K + 50%B, E= 25%K + 75%B, F= 100%B. Data analisis tanah diuji dengan kriteria penilaian ciri kimia tanah. Hasil penelitian menunjukkan terjadi peningkatan nilai pada perlakuan 25%K (setara 1,87 ton ha⁻¹) + 75%B (5,62 ton ha⁻¹) seperti pH 1,33 (unit), Eh 17,4 (mV), N-total 0,49 (%), C-organik 0,78 (%), P-tersedia 14,75 (%), KTK 19,83 (cmolkg⁻¹), Ca-dd 0,48 (cmolkg⁻¹), Mg-dd 0,45 (cmolkg⁻¹), Na-dd 0,44 (cmolkg⁻¹) dan K-dd 0,27 (cmolkg⁻¹) dibandingkan dengan kontrol. Perlakuan terbaik adalah kompos 25% + biochar 75% dalam meningkatkan sifat kimia tanah sawah kecuali C-organik dan Ca-dd.

Kata Kunci : Biochar, Kompos, Sifat Kimia Tanah, SRI

ABSTRACT

This research aimed to know the effect of compost (straw + tithonia) and biochar application on soil chemical properties in paddy fields using the SRI method. This research was held in November 2019 to February 2020 in Kuranji District, Padang City, West Sumatra and continued at the Laboratory of the Department of Soil Science, Andalas University, Padang. This research used a randomized block design consisting of 6 treatments and 3 replications. A = control, B = 100% K (compost), C = 75% K + 25% B (biochar), D = 50% K + 50% B, E = 25% K + 75% B, F = 100% B. Soil analysis data were tested with the criteria for assessing soil chemical characteristics. The results showed an increase in the value of the treatment of 25% K (equivalent to 1.87 tonnes ha⁻¹) + 75% B (5.62 tonnes ha⁻¹) such as pH 1.33 (unit), Eh 17.4 (mV) , N-total 0.49 (%), C-organic 0.78 (%), P-available 14.75 (%), CEC 19.83 (cmol kg⁻¹), Ca-dd 0.48 (cmol kg⁻¹), Mg-dd 0.45 (cmol kg⁻¹), Na-dd 0.44 (cmol kg⁻¹) and K-dd 0.27 (cmol kg⁻¹) compared to controls. The best treatment is compost 25% + 75% biochar in improving the chemical properties of rice soil except C-organic and Ca-dd.

Keywords: *Biochar, Compost, Soil Chemical Properties, SRI*

PENDAHULUAN

Penggunaan pupuk buatan (PB) secara terus - menerus terutama pupuk N (nitrogen),P (fosfor),K (kalium) disertai penggunaan pestisida yang tidak tepat berdampak pada menurunnya kesuburan tanah pada lahan sawah. Disisi lain, kesadaran dan pemahaman petani tentang peran bahan organik dalam tanah pertanian masih rendah. Dalam jangka pendek, PB memang mampu mempercepat pertumbuhan tanaman karena kandungan haranya bisa diserap langsung oleh tanah dan tanaman, namun dalam jangka panjang akan menimbulkan dampak negatif.Guo et al. (2010) mengemukakan bahwa penggunaan PB secara berlebihan dapat menyebabkan penurunan kualitas tanah, seperti tanah menjadi masam yang mengakibatkan penurunan produksi tanaman. Hal serupa juga disampaikan oleh Sutton et al. (2013) bahwa aplikasi pupuk buatan secara berlebihan saat ini menjadi salah satu ancaman lingkungan, seperti degradasi tanah.

Salah satu cara untuk menggantikan dan mengembalikan unsur hara yang hilang pada tanah ialah dengan pemberian BO (bahan organik) berupa kompos jerami padi. Jerami padi adalah salah satu limbah pertanian yang keluar dalam jumlah besar selama panen. Jerami padi tersebut merupakan bagian dari tanaman yang termasuk batang, daun, dan anakan. Pemanfaatan kompos jerami padi dapat menghindari polusi udara yang berasal dari pembakaran residu serta juga dapat mencegah hilangnya nutrisi dalam BO. Jerami padi adalah bahan lokal yang berpotensi diubah menjadi pupuk organik. Feng et al. (2017) menyatakan bahwa jerami padi mengandung C-organik (50,36%), N (0,87%), P (0,45%), K (2,04%), pH (6,93%). Prasetyo, 2015 menyatakan bahwa dalam meningkatkan kandungan BO dan mengembalikan kesuburan tanah dapat dilakukan dengan menggunakan kompos jerami secara konsisten. Namun, jerami padi mempunyai kelemahan yaitu sulit melapuk (terdekomposisi).Untuk mengatasi masalah tersebut digunakan BO lain sebagai pencampur yaitu tithonia (*Tithonia diversifolia*).

Tithonia mengandung N yang tinggi (> 3%) dan kadar lignin yang rendah, serta C/N yang rendah sehingga mudah melapuk (Jama et al. 2000; Gusnidar, 2007). oleh karena itu, akan sangat cocok bila kedua BO tersebut dikombinasikan untuk mendapatkan hasil yang lebih baik. Gusnidar et al. (2019) mengemukakan bahwa dengan memberikan input kompos (jerami+tithonia) dengan perbandingan 1:1 dapat memperoleh hasil yang optimal pada bobot kering jerami, bobot kering biji dan bobot 100 biji. Selanjutnya pemakaian kompos (jerami 50% + tithonia 50%) pada takaran 5 ton ha⁻¹ mampu memperbaiki sifat kimia pada tanah

sawah dan menghemat PB sebanyak 50%. Upaya lain dalam memperbaiki sifat dan ciri kimia tanah yakni dengan menggunakan biochar (Lehmann dan Joseph, 2009).

Biochar merupakan arang hitam hasil dari proses pemanasan biomassa pada keadaan oksigen terbatas atau tanpa oksigen. Aplikasi biochar yang berasal dari sekam padi ke dalam tanah dapat secara signifikan memperbaiki sifat fisiko-kimia tanah seperti kadar air tanah, BV, N-tersedia di sawah (Knoblauch et al. 2011). Selain itu, biochar dapat meningkatkan produktivitas tanaman (Jeffery et al. 2011; Liu et al. 2013) dan memperbaiki kualitas tanah dan aktivitas mikroba (Lehmann et al. 2011; Zhou et al. 2018), dan berpotensi meningkatkan kesehatan tanah dan tanaman (Mehari et al. 2015; Kolton et al. 2017).

Kim et al.(2017) juga mengemukakan bahwa penggunaan biochar dalam pertanian merupakan opsi yang memungkinkan untuk meningkatkan kesuburan tanah pertanian serta mengurangi dampak buruk kimia pada kesuburan tanah. Salah satu bahan dalam pembuatan biochar tersebut adalah sekam padi yang juga melimpah dan kurang dimanfaatkan. Agegnehu et al.(2017) menyatakan bahwa biochar yang berasal dari sisa tanaman merupakan BO alternatif yang bisa dijadikan sebagai pupuk organik dan berkelanjutan untuk meningkatkan hasil panen. Yasin et al. (2017) menyatakan bahwa dengan pemberian bahan organik berupa pupuk kompos dan biochar pada formulasi 25% kompos + 75% biochar mampu memperbaiki sifat kimia Inceptisol.

Metode SRI (System Of Rice Intensification) merupakan metode dalam praktik agronomi pada padi yang berasal dari Madagaskar pada tahun 1980-an. Penerapannya terfokus pada peningkatan produksi padi dengan mengubah praktik agronomi petani ke arah penggunaan sumber daya alam yang efisien (Uphoff dan Randriamiharisoa, 2002; Barah, 2009; Zhao et al., 2009).

Stoop et al. (2002) mengemukakan perbedaannya dengan pengelolaan metode konvensional padi irigasi, yaitu pemindahan bibit berumur 8-12 hari (2-3 helai daun), pemindahan bibit tunggal dengan jarak antar baris dan antar tanaman 25 cm atau lebih, mempertahankan kondisi tanah dalam keadaan aerob tanpa mengairi lahan secara terus menerus selama periode pertumbuhan vegetatif, menambahkan pupuk organik berupa kompos atau mulsa, dan pengendalian gulma dengan cara penyiangan (Stoop et al. 2002). Penelitian sebelumnya belum melaporkan peranan kompos (jerami + tithonia) yang dikombinasikan dengan biochar pada lahan basah. Diharapkan dengan pemberian bahan tersebut dapat meningkatkan sifat dan ciri kimia pada lahan sawah dengan metode SRI.

Tujuan penelitian ialah untuk mengkaji pengaruh aplikasi kompos (jerami + tithonia) dan biochar dalam meningkatkan beberapa sifat kimia tanah sawah dengan metode SRI

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan pada bulan November 2019 - Februari 2020 di lahan sawah di Kecamatan Kuranji, Kota Padang, Sumatera Barat. Bahan yang digunakan ialah benih padi varietas IR-42, pangkasan tanaman tithonia segar yang diambil 50cm dari pucuk, jerami padi serta biochar yang berbahan baku dari sekam padi. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) terdiri dari 6 perlakuan dan 3 ulangan dengan luas petakan masing - masing berukuran 3m x 1,5m serta menggunakan jarak tanam 30cm x 30cm. Kombinasi perlakuan terdiri dari; A= kontrol, B= 100%K (kompos) setara 7,50 ton ha-1, C= 75%K setara 5,62 ton ha-1 + 25%B (biochar) setara 1,87 ha-1, D= 50%K setara 3,75 ton ha-1 + 50%B setara 3,75 ton ha-1, E= 25%K setara 1,87 ha-1 + 75%B setara 5,62 ton ha-1 , F= 100%B setara 7,50 ton ha-1. Kombinasi Kompos dan biochar diinkubasi kedalam tanah selama 15 hari sebelum tanam.

Benih yang telah disemaikan pada kotak persemaian dipindahkan ke lahan sawah setelah berumur 7 - 10 hari dan sistem pengairan dalam kondisi macak - macak atau basah. Pengamatan terhadap sifat dan ciri kimia tanah meliputi kondisi tanah awal dan setelah inkubasi perlakuan. Parameter yang diamati meliputi pH dan Eh, N-total (Kjeldhal), KTK , Na-dd, Ca-dd, K-dd (ekstrak ammonium asetat pH 7 1N), C-organik (Walkley and Black), P-tersedia (Bray-2). Data analisis tanah diuji dengan kriteria penilaian ciri kimia tanah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Hasil analisis kimia awal tanah sawah

No	Analisis	Nilai	Kriteria*
1	pH H ₂ O (1:1)	5,41	Masam
2	Eh (mV)	81	
3	C-organik (%)	1,96	Rendah
4	KTK(cmolk ⁻¹)	59,64	Sangat Tinggi
5	N-total (%)	0,21	Sedang
6	P-tersedia (ppm)	5,95	Rendah
7	K-dd (cmolk ⁻¹)	0,22	Rendah
8	Ca-dd (cmolk ⁻¹)	2,05	Rendah
9	Mg-dd (cmolk ⁻¹)	0,26	Sangat Rendah

10	Na-dd (cmolk ⁻¹)	0,14	Rendah
----	------------------------------	------	--------

*Sumber : Staf Pusat Penelitian Tanah (1983 *cit* Hardjowigeno, 2003)

Hasil analisis sifat kimia tanah pada Tabel 1 menunjukkan pH yang masam dan Eh yang bernilai positif, sementara C-organik, N-total, P-tersedia, K-dd, Ca-dd, Na-dd dan Mg-dd menunjukkan nilai yang berkriteria rendah hingga sangat rendah. KTK tanah menunjukkan nilai yang berkriteria sangat tinggi. Hal ini menunjukkan sifat kimia tanah pada lahan sawah tidak seimbang.

Tabel 2. Hasil analisis kimia tanah sawah setelah inkubasi kompos (J+T) dengan biochar

Kombinasi Kompos (J+T) dan Biochar	pH H ₂ O* (1:1)	Eh (mV)	N-Total* (%)	C-Org anik* (%)	P-tersedia* (ppm)	KTK* (cmolk ⁻¹)	Ca-dd* (cmolk ⁻¹)	Mg-dd* (cmolk ⁻¹)	Na-dd* (cmolk ⁻¹)	K-dd* (cmolk ⁻¹)
kontrol	5,23m	79,66	0,28s	1,97r	6,04r	62,10st	2,04r	0,25sr	0,13r	0,24r
100%K	5,96am	84,33	0,43s	2,21s	7,93r	72,05st	2,07r	0,29sr	0,23r	0,31r
75%K+25%B	6,20am	90,00	0,51t	2,52s	13,89r	78,72st	2,23r	0,32sr	0,40s	0,41s
50%K+50%B	6,50am	93,33	0,66t	2,60s	15,82s	79,34st	2,33r	0,47r	0,49s	0,44s
25%K+75%B	6,56am	97,00	0,77st	2,75s	20,79s	81,93st	2,52r	0,70r	0,57s	0,51s
100%B	6,03am	86,67	0,36s	2,50s	10,14r	71,68st	2,08r	0,38sr	0,38s	0,36r

Ket : K: kompos B: biochar m: masam, am: agak masam, t: tinggi, st: sangat tinggi,
sr: sangat rendah, s: sedang, k: kurang

*)Sumber : Staf Pusat Penelitian Tanah (1983 *cit* Hardjowigeno, 2003)

Tabel 2 menunjukkan peningkatan pH dan Eh tertinggi terjadi pada perlakuan 25%K + 75%B terhadap kontrol. Hal ini diduga dengan kondisi budidaya SRI yang macak-macak dan tidak selalu tergenang, oksigen menjadi lebih tersedia dan ditunjukkan dengan nilai Eh yang positif. Peningkatan pH tanah terjadi karena pengaruh pemberian kompos dan biochar di dalam tanah. Proses inkubasi kompos dan biochar di dalam tanah mengalami pelapukan (terdekomposisi) melalui aktivitas mikroorganisme di dalam tanah dan menghasilkan ion OH⁻ sehingga mampu meningkatkan pH tanah. Figueiro *et al.* (2018) menyatakan bahwa pemberian kompos ke dalam tanah dapat mempengaruhi pH dan KTK tanah. Selain itu, kenaikan pH tanah juga dipengaruhi oleh lamanya inkubasi bahan ke dalam tanah sehingga mempengaruhi laju dekomposisi senyawa organik dan kation basa dapat mengikat.

Nilai C-organik dan N-total pada Tabel 2 juga mengalami peningkatan dari kontrol. C-organik tidak menunjukkan peningkatan nilai yang signifikan, namun peningkatan nilai tertinggi terjadi pada perlakuan 25%K + 75%B sebesar 0,78% (1,97% menjadi 2,75%). Peningkatan nilai tersebut terjadi karena pemberian biochar mampu meningkatkan kandungan C-organik tanah yang hilang (Masulili 2010; Islami *et al.* 2011). Proses dekomposisi bahan organik seperti kompos dan biochar menghasilkan senyawa - senyawa karbon seperti CO₂, CO₃⁻, HCO₃⁻, CH₄ dan C. Selain itu, pemberian biochar dalam jumlah besar dapat meningkatkan kapasitas penyimpanan karbon tanah sehingga dapat meningkatkan kesuburan tanah (Lehmann 2007; Liang *et al.* 2010). Peningkatan kandungan N-total juga terjadi pada perlakuan 25%K + 75%B sebesar 0,49% (0,28% menjadi 0,77%).

Hal ini terjadi karena biochar memiliki kemampuan untuk meningkatkan ketersediaan nitrogen di tanah dan mengurangi kehilangan nitrogen tanah (Laird *et al.* 2010). Beberapa penelitian menunjukkan biochar mampu mempertahankan nitrogen karena sifatnya yang berpori dan luas permukaan yang besar sehingga dapat meningkatkan nitrogen tanah (Spokas *et al.* 2012; Huang *et al.* 2013). Apalagi biochar dapat meningkatkan NH₄⁺ tanah, adsorpsi N dan retensi N, mengurangi kehilangan nitrogen di permukaan tanah, atau meningkatkan nitrifikasi NH₄⁺ dan akhirnya menambah NO₃ tanah sehingga dapat meningkatkan ketersediaan nitrogen (Laird *et al.* 2010; Van *et al.* 2010; Nelissen *et al.* 2012). Selain itu, kompos berperan dalam meningkatkan kandungan hara N, P, K pada tanah (Adugna, 2016).

Nilai KTK tanah pada Tabel 2 juga terlihat mengalami peningkatan dari kontrol. Peningkatan nilai terbaik terjadi pada perlakuan kompos 25% + biochar 75% sebesar 19,83 cmolkg⁻¹ (62,10 cmolkg⁻¹ menjadi 81,93 cmolkg⁻¹). Diduga dengan pemberian kompos dan biochar dapat meningkatkan muatan negatif di dalam tanah yang mana muatan negatif tersebut berasal dari gugus karboksil (COO⁻) dan hidroksil (OH⁻) yang terdapat pada bahan organik. Selain itu penambahan biochar kedalam tanah, mampu meningkatkan nilai KTK tanah yang disebabkan oleh biochar yang memiliki luas permukaan yang tinggi untuk menyerap kation - kation (Liang *et al.* 2006).

Kandungan basa - basa pada juga terlihat mengalami peningkatan seperti yang terlihat pada Tabel 2. Peningkatan K-dd tanah dapat disebabkan oleh penambahan biochar kedalam tanah. Biochar memiliki struktur yang berpori dan memiliki daya serap yang tinggi sehingga mampu mempertahankan K⁺ di dalam tanah. Selain itu kompos juga membantu menyumbangkan K⁺ dari proses dekomposisi yang terjadi di tanah. Ca-dd juga terlihat mengalami peningkatan pada perlakuan kompos 25% + biochar 75% meskipun tidak terjadi

peningkatan nilai yang signifikan terhadap perlakuan lainnya. Hal ini dikarenakan kompos mampu menyumbangkan unsur Ca dari proses dekomposisi dan peranan biochar yang mampu menyimpan unsur hara di dalam tanah. Mg-dd dan Na-dd terlihat mengalami peningkatan. Peningkatan nilai diduga dari proses dekomposisi kompos yang terjadi serta peranan biochar yang memiliki daya serap yang tinggi sehingga tersedia di tanah.

Ketersediaan P pada Tabel 2 juga mengalami peningkatan bila dibandingkan dengan kontrol. Peningkatan tersebut terjadi pada perlakuan kompos 25% + biochar 75% sebesar 14,75 ppm terhadap kontrol (6,04 ppm menjadi 20,79 ppm). Ketersediaan P sangat beralasan mengalami peningkatan karena pada tanah yang memiliki pH hampir mendekati netral seperti pada Tabel 2 sehingga menyebabkan P yang terfiksasi terlepas dan larut (Sudarsono, 2016). Peranan biochar juga dapat meningkatkan ketersediaan P karena gugus fungsional pada biochar menimbulkan partikel bermuatan negatif yang dapat mengikat ion - ion dan akan dilepas secara perlahan sehingga P dapat tersedia dan diserap tanaman (Sujana, 2014).

KESIMPULAN

Aplikasi kompos (jerami+tithonia) dan biochar mampu meningkatkan sifat dan ciri kimia metode SRI (*System Of Rice Intensification*). Peningkatan terbaik terjadi pada perlakuan kompos 25% + biochar 75% seperti pH 1,33 (unit), Eh 17,4 (mV), N-total 0,49 (%), C-organik 0,78 (%), P-tersedia 14,75 (%), KTK 19,83 (cmolkg⁻¹), Ca-dd 1,38 (cmolkg⁻¹), Mg-dd 0,45 (cmolkg⁻¹), Na-dd 0,44 (cmolkg⁻¹) dan K-dd 0,27 (cmolkg⁻¹) terhadap kontrol. Akan tetapi perlakuan yang diberikan tidak menunjukkan peningkatan yang signifikan pada C-organik dan Ca-dd

UCAPAN TERIMA KASIH

Diucapkan syukur kepada ALLAH SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayahnya sehingga memberikan kelancaran dalam penulisan jurnal ini. Selanjutnya ucapan terima kasih kepada kedua orang tua, pembimbing, teman - teman serta pihak - pihak yang telah mendukung dan membantu dalam pelaksanaan penelitian sehingga dapat terlaksana dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Adugna, G. 2016. A review on impact of compost on soil properties, water use and cropProductivity. Academic Research Journal of Agricultural Science and Research. Vol. 4(3), pp. 93-104.
- Barah, B., 2009. Economic and ecological benefits of System of Rice Intensification (SRI) in Tamil Nadu. Agricultural Economics Research Review 22, 209–214.
- Fangueiro, D., Kidd, P. S., Alvarenga, P., Beesley, L., & de Varennes, A. 2018. Strategies for Soil Protection and Remediation. Soil Pollution, 251–281.
- Feng Y C., M.Jun, W.QXiang, Z.W Ming, C.XYi, C.WFu. 2017. Effects of straw and biochar addition on soil nitrogen, carbon, and super rice yield in cold waterlogged paddy soils ofNorth China. Journal of Integrative Agriculture, 16(5), 1064–1074.
- Guo, J.H., Liu, X.J., Zhang, Y., Shen, J.L., Han, W.X., Zhang, W.F., Christie, P., Goulding, K.W., Vitousek, P.M., Zhang, F.S., 2010. Significant acidification in major Chinese croplands. Science 327 (5968), 1008–1010.
- Gusnidar. 2007. Budidaya dan Pemanfaatan Tithonia diversifolia untuk Menghemat Pemupukan N, P, dan K Padi Sawah Intensifikasi [Disertasi]. Padang. Program Doktor Pascasarjana UNAND. 256 hal.
- Gusnidar., Fitri, A dan Yasin, S. 2019. Tithonia dan Jerami Padi yang Dikomposkan Terhadap Ciri Kimia Tanah dan Produksi Jagung pada Ultisol. Padang. Jurnal Solum Vol. XVI No. 1, Januari 2019 : 11-18.
- Hardjowigeno, S. 2003. Ilmu Tanah. Akademika Pressindo. Jakarta. 286 halaman.
- Huang M, Yang L, Qin H D, Jiang L G, Zou Y B. 2013. Quantifying the effect of biochar amendment on soil quality and crop productivity in Chinese rice paddies. Field Crops Research, 154, 172–177.
- Islami,T.,Bambang,G., Nur,B.,Agus,S. 2011. Biochar for sustaining productivity of cassava basedcropping systems in the dgraded lands of eatst Java, Indonesia. Journal of Tropical Agriculture. 49 (1-2) : 40-46.
- Laird D, Fleming P, Wang B, Horton R, Karlen D. 2010. Biochar impact on nutrient leaching from a Midwestern agricultural soil. Geoderma, 158, 436–442.
- Lehmann J. 2007. A handful of carbon. Nature, 447, 143–144.
- Liang, B., Lehmann, J., Solomon, D., Kinyangi, J., Grossman, J., O'Neill, B., Skjemstad, J. O., Thies, J., Luizão, F. J., Petersen, J., & Neves, E. G. 2006. Black carbon increases cation exchange capacity in soils. Soil Science Society of America Journal, 70(5), 1719-1730.
- Liang B, Lehmann J, Sohi S P, Thies J E, Neill B O, Trujillo L, Gaunt J, Solomon D, Grossman J, Neves E G, Luizão F J. 2010. Black carbon affects the cycling of non-black carbon in soil. Organic Geochemistry, 41, 206–213.

- Masulili. 2010. Rice Husk Biochar for Rice Based Cropping System in Acid Soil 1. The Characteristics of Rice Husk Biochar and Its Influence on the Properties of Acid Sulfate Soils and Rice Growth in West Kalimantan, Indonesia. *Journal Of Agricultural science*. volume 2 (1) : 39-47.
- Nelissen V, Rütting T, Huygens D, Staelens J, Ruyschaert G, Boeckx P. 2012. Maize biochars accelerate short-term soil nitrogen dynamics in a loamy sand soil. *Soil Biology and Biochemistry*, 55, 20–27.
- Uphoff, N., Randriamiharisoa, R., 2002. Reducing water use in irrigated rice production with the Madagascar System of Rice Intensification (SRI). In: Bouman, B.A., Hengsdijk, H., Hardy, B., Bindraban, P.S., Thuong, T.P., Ladha, J.K. (Eds.), *Water-Wise Rice Production*. International Rice Research Institute, Philippines, Los Banos, pp. 71–87
- Spokas K A, Novak J M, Venterea R T. 2012. Biochar's role as an alternative N-fertilizer: Ammonia capture. *Plant and Soil*, 350, 35–42.
- Stoop, W. A., N. Uphoff, and A. Kassam, 2002: A review of agricultural research issue raised by the System of Rice Intensification (SRI) from Madagascar: opportunities for improving system for resource poor farmers. *Agric. Syst.* 71, 249–274.
- Sudarsono, M.N Sari, Darmawan. 2017. Pengaruh bahan organik terhadap ketersediaan fosfor pada tanah-tanah kaya Al dan Fe. *Buletin Tanah dan Lahan*, 1 (1): 65-71.
- Sujana.I.P., 2014. Rehabilitasi lahan tercemar limbah garmen dengan pemberian biochar. Disertasi. Universitas udayana. Bali.
- Sutton, M.A., Bleeker, A., Howard, C.M., Bekunda, M., Grizzetti, B., Vries, W.D., Grinsven, H.J.M.V., Abrol, Y.P., Adhya, T.K., Billen, G., Davidson, E.A., Datta, A., Diaz, R., Erismann, J.W., Liu, X.J., Oenema, O., Palm, C., Raghuram, N., Reis, S., Scholz, R.W., Sims, T., Westhoek, H., Zhang, F.S., 2013. Our nutrient world: the challenge to produce more food and energy with less pollution. *Cent. Ecol. Hydrol.*
- Van Z L, Kimber S, Morris S, Downie A, Berger E, Rust J, Scheer C. 2010b. Influence of biochars on flux of N₂ O and CO₂ from ferrosol. *Australian Journal of Soil Research*, 48, 555–568.
- Yasin.S., Hidayat.S., Iko.M., Darfis. I dan Gusnidar .2017. Pengaruh Komposisi Kompos - Biochar dan kapur terhadap Perbaikan Kesuburan Tanah Inceptisol dan Pertumbuhan Tanaman kopi di Alahan Panjang. Laporan Penelitian Mandiri. Fak. Pertanian Univ. Andalas Padang.
- Zhao, L., Wu, L., Li, Y., Lu, X., Zhu, D., Uphoff, N., 2009. Influence of the system of rice intensification on rice yield and nitrogen and water use efficiency with different N application rates.